

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 28.8.2002

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T

Hakija  
Applicant

Kemira Metalkat Oy  
Helsinki

Patentihakemus nro  
Patent application no

20010258

Tekemispäivä  
Filing date

12.02.2001

Kansainvälinen luokka  
International class

F01N

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Reaktorikenno ja menetelmä sen valmistamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kaila  
Tutkimussihtääril

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

## **Reaktorikeno ja menetelmä sen valmistamiseksi – Reaktorcell och dess tillverkningsmetod**

### **Tekniikan tausta**

- 5 Keksinnön kohteena on kaasujen käsittelyssä käytettävä metallinen reaktorikeno sekä menetelmä sen valmistamiseksi.

Kaasujen käsittelyssä, kuten pakokaasujen ja savukaasujen puhdistuksessa, käytetään yleisesti reaktorikenoja, joissa on kanavia, joiden läpi kaasu johdetaan. Kanavien pinnalla on aktiivisia aineita, kuten katalyyttejä. Reaktorikenoja voidaan tehdä metallilevyistä. Levyt on päällystetty keraamisella huokoisella kantajalla, johon aktiiviset metallit tai metallioksidit on kiinnitetty. Myös kokonaan keraamisia reaktorikenoja valmistetaan.

- 10 15 Reaktorikennolle asetettavat mekaaniset vaatimukset ovat kasvaneet esim. tiukentuneiden ilmansuojelumääriäysten johdosta. Reaktorikeno pyritään esim. pakokaasujen puhdistuksessa asentamaan mahdollisimman lähelle moottoria, jotta sen toiminta olisi riittävän tehokasta. Tällöin reaktorikenoon kohdistuu erittäin voimakkaita lämpötila- ja painevaihteluja. Lämpötilat yleensäkin ovat moottorin lähelle asennetuissa reaktorikenoissa korkeita, koska polttoaine pyritään polttamaan korkeassa lämpötilassa mahdollisimman vähäisen ilmamäään kanssa.

- 20 25 Metallisen reaktorikennon painehäviöt ovat alhaiset, siinä on suuri geometrinen reaktiopinta-ala ja sen toiminta käynnistyy keraamista kennoa nopeammin. Keraaminen reaktorikeno on mekaanisesti suhteellisen kestävä, mutta sen kiinnittäminen esim. koteloon voi olla ongelmallista. Keraamiset reaktorikenoista tehdään yleensä vain nk. suoria kennoja, joissa kaasujen lämmön- ja aineensiirto-ominaisuudet eivät ole kaasun käsittelyn kannalta optimaalisia.

Metallisissa reaktorikenoissa käytetään usein poimulevyjä, jotka on joko rullattu tai taitettu S-muotoon yhteen sileiden levyjen kanssa. Reaktorikeno liitetään kaasuputkistossa olevaan koteloon yleensä joko kotelon pinnan hitsaus- tai juotosliitosten tai kotelon sisällä olevien listojen tai puikkojen avulla. On myös käytössä reaktorikeno, jossa poimulevyjä on asetettu päälekkäin sileiden levyjen kanssa ja ne on kiinnitetty toisiinsa levyjen reunoissa olevilla hitsauksilla. Lisäksi tunnetaan reaktorikeno, jossa poimulevyjä on liitetty toisiinsa erittäin harvassa olevin juotos- tai hitsausliitosten avulla.

Reaktorikennon kestävyyttä testataan nopeutetuilla testeillä, jossa reaktorikennoa kuormitetaan erittäin nopeilla lämpötila- ja painevaihteluilla. Markkinoilla olevat pakokaasujen puhdistuksessa käytettävät reaktorikennot kestävät vaativimmassa tämänkaltaisissa testissä rikkoutumattomana vain muutamia tunteja. Tulevaisuudessa 5 reaktorikenojen tulisi kuitenkin kestää näissä testeissä kymmeniä tai jopa satoja tunteja.

### Keksinnön yleinen kuvaus

Nyt on keksitty kaasujen käsityssä käytettävä reaktorikenco, joka on erityisen kestävä myös vaativissa olosuhteissa.

10 Tämän tavoitteen saavuttamiseksi eksinnölle ovat tunnusomaisia seikat, jotka on esitetty itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Muissa patenttivaatimuksissa on esitetty eksinnön eräitä edullisia sovellusmuotoja.

Poimulevyllä tarkoitetaan tässä eksinnössä mitä tahansa levyä, jossa on poimu. Poimu on mitä tahansa levyn kohtaa, jonka pinta on eri tasossa levyn keskipinnan kanssa. Poimulevy voi olla esim. nystyröillä tai painanteilla poimutettu. Poimulevy voi olla myös levyn keskipinnan suhteen symmetrisesti tai epäsymmetrisesti suorasta levystä tai varttamalla tai prässäämällä tehty profiloitu levy. Profilointi voi olla esim. aaltomainen tai levy voi olla V-muotoisesti profiloitu. Toinen levy puolestaan on mikä tahansa muunlainen levy, joka voidaan kiinnittää poimulevyn. Toinen levy voi 15 olla poimulevy tai esim. sileä levy, reikä Levy tai verkkolevy. Toinen Levy voi myös olla poimulevystä taittamalla tai rullaamalla muodostettu Levy.

Poimulevyn poimut voivat poimulevyn eri kohdissa olla erimuotoisia ja erikokoisia. Eri poimulevissä poimut voivat olla niinikään erimuotoisia ja erikokoisia. Voidaan esim. koota reaktorikenco, jossa sen keskellä on lähellä toisiaan olevia tiheästi pojmutettuja levyjä ja sen reunalla on kauempaan toisistaan olevia harvasti pojmutettuja levyjä. Tällaisella ratkaisulla voidaan säädellä reaktorikennon sisäisiä virtauksia. 25

Poimun suunnalla tarkoitetaan tässä patentihakemussa sitä suuntaa, mihin suuntaan poimun pinta on eniten eri tasossa poimun viereisen levyn pinnan kanssa. Profiloidussa levyssä poimun suunta on profiloinnin aaltojen tai urien suunta. Poi-30 mujen suunnat määrävät levyjen väliin jäävien kanavien suunnat. Täten pojmutus vaikuttaa olennaisesti siihen, miten käsiteltävä kaasu virtaa reaktorikennon kanavis-

- Reaktorikennon levyjen poimun muoto, koko ja suunta sekä reaktorikennon poikki-leikkauksen aukkotihesys valitaan käyttökohteeseen mukaan. Reaktorikenno voi myös muodoltaan olla monenlainen, kuten spiraali, S-, J- tai V-muotoon taitettu tai pää-lekkäin ladottu tai taiteltu reaktorikenno. Aukkotihesys voi esim. olla 1 – 300 aukkoa per  $\text{cm}^2$ , kuten edullisesti 1 – 10 tai 10 – 50 tai 50 – 100 tai 100 – 300 aukkoa per  $\text{cm}^2$ . Myös levyn paksuus voi vaihdella. Näin voidaan tehdä virtausominaisuksiltaan hyvinkin erilaisia reaktorikenoja. Kotelon poikkipinnan muoto voi käyttökoh-teesta riippuen vapaasti vaihdella. Se voi olla esim. pyöreä, ovaali tai puolisunni-kas. Edullisesti voidaan käyttää alalla vakiintuneita kotelon kokoja ja muotoja.
- 10 Reaktorikennon levyjen materiaali voi esim. pakokaasujen käsittelyssä olla ferriittis-tä rauta-kromi-alumiini -seosta, esim. W1.4767. Kennot voidaan tehdä myös esim. austeniittisestä korkean nikkeli- ja kromipitoisuuden sisältävästä ns. superseoksesta W2.4633.
- 15 Keksinnön mukainen reaktorikenno voidaan asentaa koteloon, jonka muoto vastaa reaktorikennon muotoa. Tällöin kotelossa on mahdollisimman vähän nk. kuolleita kohtia tai ohivirtauskohtia. Myös tämä ratkaisu tehostaa reaktorikennon toimintaa. Myös tämä monipuolistaa eksinnön käyttöä.
- 20 Poimulevy on mekaanisesti jäykempi ja vahvempi kuin sileä levy. Levyn poimut voivat vähentää myös esim. kaasujen virtausten aiheuttamia resonansseja reaktori-kennossa. Levyn poimut lisäävät reaktorikennon kontaktipinta-alaa, jolloin reaktori-kennon toiminta on tehokkaampaa. Profiloiduilla levyillä on lisäksi ominaisuus joustaa sisäisesti esim. lämpölaajenemisen johdosta. Tällöin liitokset eivät rikkoudu niin helposti kuin sileiden levyjen pinnoissa olevat liitokset.
- 25 Levyjen toisiinsa kiinnittämisessä voidaan käyttää hitsausta, kuten vastushitsausta tai sädehitsausta. Nämä soveltuват reaktorikennon valmistukseen erityisen hyvin, koska niillä voidaan nopeasti ja paikallisesti liittää suuri määrä levyjä kerralla kiinni toisiinsa. Levyjen väliset liitokset voidaan tehdä myös juottamalla.
- 30 Keksinnön mukainen kenno on mekaanisesti olennaisesti lujempi kuin mikään tun-nettu metallinen reaktorikenno. Sen kestoikä erittäin vaativissa moottoritestejissä on jopa 5 – 10 -kertainen kaupallisiin markkinoilla saatavissa oleviin kilpaileviin tuot-teisiin verrattuna. Se voidaan sijoittaa välittömästi moottorin läheisyyteen, koska se kestää erittäin vaihteleviakin olosuhteissa pitkään rikkoutumatta.
- Keksinnön mukainen reaktorikenno voidaan valmistaa myös suhteellisen ohuista le-vyistä, jolloin sen terminen massa vähenee. Tämän seurauksena reaktorikenno läm-

- penee nopeammin ja sen toiminta myös käynnistyy nopeasti. Tällöin myös sen toimintaedellytykset erittäin vaativissa olosuhteissa ovat erittäin hyvät. Ohuista levyisistä valmistettu keksinnön mukainen reaktorikenno aiheuttama painehäviö on myös alhainen. Levyjen paksuudet voivat esim. olla 0,01 – 0,2 mm, kuten 0,02 – 0,05 mm. Poimujen korkeudet voivat esim. olla 0,2 – 5 mm, kuten 0,1 – 2 mm.
- Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikennon poimulevy, joka on kiinnitetty ainakin jostakin poimusta tiheillä liitoksilla kiinni toiseen levyyn siten, että levyjen väliin jää kanavia. Poimuista tapahtuva levyjen yhteen kiinnittäminen jäykistää reaktorikenoa olennaisesti ja siitä tulee mekaanisesti erityisen kestävä myös vaativissa olosuhteissa. Reaktorikennosta saadaan mekaanisesti erityisen kestävä, kun poimujen liitokset ovat mahdollisimman lähellä toisiaan. Tämä voidaan toteuttaa esim. kiinnittämällä levyjä kiinni toisiinsa siten, että reaktorikennossa on 10 – 1000 liitossta per  $\text{cm}^3$ , kuten edullisesti 10 – 50 tai 50 – 200 tai 200 – 500 tai 500 – 1000 per  $\text{cm}^3$ .
- Keksinnön eräänä kohteena on levyjen esihapetus. Levyjen esihapetuksen todettiin yllättäen parantavan levyjen toisiinsa kiinnitymistä erityisesti vastushitsauksessa. Levyjen esihapetus voidaan tehdä esim. esihehkutuksella tai kemiallisella hapetuksesta.
- Levyjä voidaan esihapettaa hehkuttamalla esim. 0,1 – 10 h lämpötilassa 500 – 1000 °C, kuten edullisesti 1 - 3 h lämpötilassa 700 - 800 °C. Alumiinipitoisten levyjen pintaan muodostuu tällöin alumiinioksidikerros. Tämä ohut alumiinioksidikerros tehostaa vastushitsausta. Oksidikerros voi muodostua myös muista aineista tai yhdisteistä kuin alumiinista.
- Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikenno, jossa on päällekkäisiä levyjä, joiden päällekkäiset poimut ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähdyn. Reaktorikennosta saadaan kestävä ja tehokas, kun siinä on toisiinsa kiinnitettyjä poimulevyjä, jotka on päällekkäin siten, että päällekkäisten levyjen poimut ovat kiinni toisissaan ja ne ovat eri suunnassa toisiinsa nähdyn. Tällaisessa reaktorikennossa levyjen pintojen ja puhdistettavan pakokaasun kontaktipinta-ala on suuri ja sen toimintaedellytykset ovat hyvät.
- Päällekkäin kiinnitetty poimulevyt, joiden poimut ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähdyn, voivat olla profiloituja levyjä. Toisiinsa kiinnitettyt profiloidut levyt kosketavat toisiaan vain poimujen yhtymäkohdissa. Kiinnittämällä profiloidut levyt poi-

mujen suuntien suhteen vinoon kulmaan esim. hitsaus- tai juotosliitoksilla 1 – 5 mm välein saadaan reaktorikennosta erityisen kestävä.

Profiloidut levyt, joiden poimut kiinnitetään vinoon kulmaan toisiinsa nähdien, voidaan valmistaa esim. profiloidusta levynauhasta, jonka profiloinnit ovat vinossa kulmassa levynauhan reunojen kanssa. Levynauhasta leikataan reaktorikennon muotoisia levyjä, jotka ladotaan profiloinnin suhteen ristikkään päälekkään siten, että joka toinen levy käännetään ennen niiden asentamista päälekkään. Levynauhasta voidaan tehdä profiloituja levyjä taittamalla levynauhaa päälekkään vuorotellen eri suuntiin. Levynauhan profilointi voi tyypillisesti olla 8 – 45 asteen kulmassa levynauhan reunojen kanssa, edullisesti levynauhan profilointi on 10 – 30 asteen kulmassa. Tällöin toisiinsa liitettyjen profiloitujen levyjen poimujen välinen suuntakulma on edullisesti 20 – 60 astetta.

Vinoon kulmaan päälekkään kiinnitetyistä profiloideista levyistä tehdysä reaktorikennossa käsiteltävä kaasu virtaa myös levyjen sivusuunnassa. Tämä sekoittaa kaasua ja tasaa virtausjakautumaa kennossa.

Profiloiduista levyistä tehdysä reaktorikennossa levyjen poimujen välinen suuntakulma voi olla esim. 5 – 90 astetta. Mitä suurempi tämä kulma on, sitä pistemäisempiä ovat poimulevyjen väliset kosketuskohdat. Tällöin siis levyjen reaktiopinta on mahdollisimman suuri. Toisaalta suuri profilointikulma voi aiheuttaa käsiteltävän aineen tai yhdisteen virtaukseen painehäviötä liiallisen turbulenssin takia. Edullisesti päälekkään olevien profiloitujen levyjen poimujen välinen suuntakulma on käsiteltävän kaasun virtaussuunnassa 20 – 60 astetta, kun käsitellään esim. polttomoottorin pakokaasuja.

Tasainen virtausjakauma tasaa reaktorikennon lämpötiloja ja tällöin sisäiset lämpötilajännitykset ovat pienempiä. Tasainen virtausjakautuma tehostaa reaktorikennon toimintaa yleensäkin Tällöin reaktorikennon toimintaedellytykset paranevat. Käytämällä peräkkäin useampia reaktorikenoja, joissa levyjen suunnat ovat erilaiset, saadaan käsiteltävän kaasun virtauksia tasattua erittäin hyvin. Tällaisia reaktorikenoja voidaan liittää myös useita peräkkäin. Peräkkäiset reaktorikennot, joissa levyjen suunnat ovat ainakin osittain ristissä keskenään, voivat olla rakenteeltaan esim. spiraalimaisia, S-muotoon taitettuja, päälekkään ladottuja tai taitettuja levyjä.

Keksinnön eräänä kohteena on levyjen ja reaktorikennon kiinnittäminen koteloon. Kotelossa voi olla sen pinnassa reaktorikennon kohdassa kiinnitysurat, jotka kiinnittävät reaktorikennon levyjä koteloon sisäpintaan. Kiinnitysuria tehtäessä koteloon,

jossa reaktorikenno on kotelon sisällä, levyjen reunat kääntyvät kotelon suuntaisiksi. Tämä lujittaa kotelon ja reaktorikennon välistä liitosta. Tällöin reaktorikennon levyjä ei välittämättä tarvitse kiinnittää toisiinsa. Kiinnitysurat estävät myös kotelon sisäseinän mukaisia kaasun ohivirtauksia.

- 5 Kiinnitysuria voi tyypillisesti olla esim. 2 – 8 kpl. Kiinnitysurat sijaitsevat edullisesti lähellä toisiaan reaktorikennon ja kotelon välisen lämpölaajenemisen minimoimiseksi. Tyypillisesti kiinnitysurien etäisyys toisistaan on 10 – 30 mm ja kiinnitysurien syvyys ja leveys on 0,5 – 2,0 mm. Edullisesti kiinnitysurat sijaitsevat olenaisesti reaktorikotelon keskiosassa tai käsiteltävän kaasun virtaussuunnassa katsoen 10 kotelon alkupäässä.

- 15 Reaktorikenno voidaan kiinnittää koteloon myös hitsausliitosten avulla esim. hitsaamalla reaktorikenno kiinni koteloon ulkopuolelta. Erityisen vahva kiinnitys levyjen ja reaktorikennon sekä kotelon välille saadaan aikaan, kun hitsaus suoritetaan kiinnitysuran pohjasta kotelon läpi. Edullisesti voidaan käyttää laser-hitsausta, mutta myös esim. TIG- ja MIG-hitsausta voidaan käyttää.

- 20 Keksinnön eräänä kohteena on reaktorikennon asentaminen kartiomaiseen koteloon. Reaktori voidaan koota myös kartiomaiseen koteloon käyttämällä reaktorikennon valmistuksessa kartiomaisen kotelon muotoon leikattuja tai taitettuja levyjä. Kartiomaisen kotelon seinät jäykistävät reaktorikennon rakennetta, koska reaktorikenno kiilautuu kotelon seinien mukaisesti kartiomaisesta kohdasta. Kartiomaiset seinät lukitsevat reaktorikennot koteloon hyvin myös ilman kotelon pinnanuria tai hitsauksia. Kartiomainen kotelo voi olla muodoltaan esim. katkaistu kartio, katkaistu särmäkartio tai soikko. Se voi olla muodoltaan symmetrinen tai epäsymmetrinen.

- 25 Kartiomaisessa kotelossa, jossa kaasun virtaussuunnassa katsoen kotelon etureunan poikkipinta-ala on pienempi verrattuna kotelon keskiosan pinta-alaan, on reaktorikennon etuosassa syntyvä turbulenssi vähäistä. Tällöin reaktorikennon toiminta tehostuu ja virtausvastukset ovat suhteellisen pienet. Kartiomaisen kotelon seinän kartiointikulma on tyypillisesti 3 – 30 astetta.

- 30 Kartiomaiseen koteloon voidaan liittää toinen kartiomainen kotelo vastakkain tai molemmista päistään kartiomaiseen koteloon voidaan asentaa kaksi kartiomaisista reaktorikenoista vastakkain. Tällaisista reaktorikenoista saadaan erityisen tehokkaita, kun reaktorikenojen poimulevyinä käytetään poimulevyjä, jotka kiinnitetään toisiinsa poimutuksen suhteen vinoon suuntakulmaan ja reaktorikennot liitetään lisäksi toisiinsa siten, että niiden levyjen suunnat ovat ainakin osittain ristissä keskenään.

Reaktorikennon etuosan aiheuttama painehäviö on erityisen merkittävä. Sylinterimäisessä reaktorikennossa etuosan painehäviö voi olla jopa puolet koko reaktorikennon painehäviöstä. Etukartion aiheuttaman painehäviö on keskeisesti riippuvainen sisääntuloputken ja reaktorikennon etupään poikkipinta-alojen suhteesta. Etupään pään supistuvassa reaktorikennossa tämä suhde on edullinen. Tällöin virtauksen turbulenssiaste pienenee ja painehäviö alenee merkittävästi.

- 5 Kartiomaisiin koteloihin voidaan liittää muunkin mallisia reaktorikenoja tai kotelointia. Voidaan esim. käyttää koteloa, joka on molemmista päistään kartiomainen ja keskeltä suora.
- 10 10 Kartiomaisen reaktorikennon poimulevyt ovat edullisesti muodoltaan sellaisia, että niiden poimujen korkeus on toisessa päässä pienempi kuin toisessa päässä. Tällaisessa levyssä voi esim. toisessa päässä olla matalasti profiloituja U-muotoisia uria, jotka portaattomasti muuttuvat levyn toiseen pähän mentäessä korkeammiksi V-muotoisiksi uriksi. Valitsemalla poimujen korkeusero sopivasti voidaan reaktorikeno koota kokonaisista yhteen hitsatuista levyistä, jolloin reaktorikennon mekaaninen kestävyys on hyvä ja sen valmistus on samalla yksinkertaista.
- 15 15

### **Keksinnön erityinen kuvaus**

Seuraavassa keksinnön eräitä sovellutuksia selostetaan yksityiskohtaisesti oheisiin piirustuksiin viittaamalla.

- 20 20 Kuvio 1 esittää reaktorikennorakennetta
- Kuvio 2 esittää reaktorikenoa, jossa on profiloituja levyjä.
- Kuvio 3 esittää kahta toisiinsa liitettyä reaktorikenoa.
- Kuvio 4 esittää reaktorikenoa, joka on kiinnitetty koteloon kiinnitysurien ja hitausliitosten avulla.
- 25 25 Kuvio 5 esittää reaktorikenoa, joka on asetettu kartiomaiseen koteloon.
- Kuviossa 1 reaktorikennossa 1 on poimulevy 2, joka on kiinnitetty poimuista 31 päällä olevaan poimulevyn 3 ja alla olevaan tasolevyn 4 liitoksilla 5. Poimulevy 2 on aaltomaisesti profiloitu levy, jonka paksuus on noin 0,1 mm ja poimujen korkeus on noin 1 mm. Poimulevy 2 on myös kiinnitetty poimuista 31 saman poimulevyn 2 taitettuun osaan. Reaktorikeno on asetettu koteloon 7. Reaktorikennossa 1 on alimmaisen poimulevy 6, joka on V-muotoisesti profiloitu levy, joka on kiinnitetty

liitoksilla 5 tasolevyyn 4. Levyjen 2, 3, 4, 6 väliin on muodostunut kanavia 9, joiden läpi käsiteltävä kaasu johdetaan. Levyjen 2, 3, 4, 6 väliset liitokset 5 ovat 0,5 – 1,5 mm päässä toisistaan.

Kuviossa 2 reaktorikennossa 11 on päallekkäin asetettuja poimulevyjä 12, 13, jotka ovat profiloituja levyjä. Poimulevyt 12, 13 on kiinnitetty liitosten 15 avulla toisiinsa siten, että levyn 12 poimut 32 ovat noin 30 asteen kulmassa levyn 13 poimujen 33 kanssa. Käsiteltävä kaasu virtaa kanavissa 19 poimujen 32, 33 suuntaisesti ja samalla jatkuvasti sekoittuu.

Kuviossa 3 reaktorikennoon 1a, jossa on profiloituja levyjä 2a, on liitetty reaktorikenno 1b, jossa on profiloituja levyjä 2b. Reaktorikennot 1a, 1b on liitetty toisiinsa siten, että reaktorikennojen 1a, 1b profiloidut levyt 2a, 2b ovat 90 asteen kulmassa keskenään. Profiloidut levyt 2a on kiinnitetty toisiinsa siten, että levyjen 2a poimat 31a ovat kulmassa keskenään ja profiloidut levyt 2b on kiinnitetty toisiinsa siten, että levyjen 2b poimat 31b ovat kulmassa keskenään. Käsiteltävä kaasu pääsee virtaamaan reaktorikennossa 2a kanavissa 9a ja reaktorikennossa 2b kanavissa 9b. Kanavissa 9a, 9b kaasut sekoittuvat sisäisesti suunnissa, jotka ovat 90 asteen kulmassa keskenään. Tällöin reaktorikennojen 2a, 2b kautta kulkeva kaasu sekoittuu näissä molemmissa suunnissa erittäin tehokkaasti.

Kuviossa 4 reaktorikeno 41 on asetettu koteloon 47. Reaktorikeno 41 on kiinnitetty koteloon 41 kotelon pinnassa olevan kiinnitysurien 43, 44, 45 avulla. Kiinnitysurat ovat kiinni reaktorikennon 41 levyissä 42. Kiinnitysuran 43 pohjalle on lisäksi tehty hitsausliitos 46. Tällöin reaktorikeno 41 kiinnityy paitsi kiinnitysurien 43, 44, 45 avulla niin myös hitsausliitoksen 46 avulla koteloon 47. Edellä kuvattu kiinnitystapa on erityisen tukeva, koska sekä kiinnitysurat 43, 44, 45 että hitsausliitos kiinnityvät reaktorikennon 41 levyihin 42.

Kuviossa 5 keksinnön mukainen reaktorikennot 51, 52 on asetettu koteloon 57, joka on kartiomainen molemmista päästään. Reaktorikennot 51, 52 kiilautuvat kotelon 57 seiniä 57a, 57b sekä myös toisiaan vastaan, kun niihin kohdistuu käsiteltävän kaasun virtauspaineita. Myös käsiteltäessä kaasuja korkeassa lämpötilassa reaktorikennojen lämpölaajeneminen kiilaa reaktorikenoja 51, 52 kotelon seiniä 57a, 57b pään, jolloin ne kiinnityvät tukeasti koteloon 57. Kotelon 57 kartiomaisen osien kartiointikulma  $\alpha$  on noin 7 astetta. Kartiomaisen kotelon 57 ja reaktorikennon 51 kaasuvirtauksen turbulenssista ja oikovirtauksista aiheutuvat paine- ja tehohäviöt ovat erityisen vähäiset.

Keksinnön mukaiselle reaktorikennon sovellutukselle (Kemira) ja eräille markkinoilla saatavilla oleville reaktorikennoille tehtiin vertaileva mekaaninen kestävyyystesti (Sykli 2010) Reaktorikennossa 42 oli vinoon profiloituja aallotettuja levyjä 2, 3, jotka oli kiinnitetty vastushitsauksilla tiheydellä 200 liitosta per cm<sup>3</sup> poimujen 31, 32, 5 33 suhteen 40 asteen kulmaan keskenään. Reaktorikeno asetettiin muodoltaan pyöreään koteloon 47, ja reaktorikeno kiinnitettiin koteloon kolmen kiinnitysuran 43, 44, 45 avulla. Lisäksi yhden kiinnitysuran pohjalle tehtiin hitsausliitos 46 laserhitsauksella.

10 Testattavat reaktorikennot asetettiin moottoritestipenkissä olevan moottorin (Saab 2,0L 16-V) pakosarjaan kiinni. Asennusten jälkeen moottori käynnistettiin ja lämmittiin osakuormalla kunnes moottorin termostaatti tasaantui. Testissä toistettiin 50 sekunnin joutokäyntivaiheita ja täystehovaiheita. Täystehovaiheessa kierrokset olivat aluksi 5500 rpm ja ne laskettiin 4700 prm:ään ennen joutokäyntivaihetta. Täystehon aikana syötettiin paineilmaa ennen reaktorikennoa sen verran, että lämpötila 15 saatiin nousemaan noin 1020 °C:een reaktorikennossa. Joutokäyntivaiheessa avattiin voimakkaampi paineilmasyöttö tarkoituksena pudottaa lämpötila nopeasti alle 400 °C:een.

Syklin voimakas mekaaninen kuormitus perustuu korkean lämpötilaan, suureen kaasuvirtaan, voimakkaisiin kaasupulsseihin, lämpötilan nopeaan vaihteluun sekä pakosarjan kautta kulkeutuvaan moottorin tärinään. Sykli pysäytettiin 5 tunnin välein ja testattavat reaktorikennot tarkastettiin. Joissakin tapauksissa testi pysäytettiin jo aiemmin, mikäli havaittiin, että reaktorikeno oli jo mekaanisesti rikkoutunut. Vertailevien testien tulokset olivat seuraavat:

	<b>Reaktorikeno</b>	<b>Aika ja tulos</b>
25	Kemira naulattu pyöreä	5 h särkynyt
	NipponSteel	10 h särkynyt
	Juotettu Emitec	5,5 h särkynyt
	Juotettu Emitec	5 h särkynyt
	Kemira WMC	50 h ehjä
30	Testitulosten mukaan keksinnön mukaisen reaktorikennon sovellutus Kemira kesti rikkoutumattomana ainakin 5 – 10 kertaa kauemmin testiolojuhteissa kuin vertailureaktorikennot.	

**Patenttivaatimukset**

1. Kaasujen käsitteilyssä käytettävä metallinen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että yksi tai useampi reaktorikenno (41) on asennettu koteloon (47) ja että reaktorikenno (41) on kiinnitetty koteloon (47) kotelon pinnassa olevan yhden tai useamman 5 kiinnitysuran (43, 44, 45) avulla.
2. Patenttivaatimuksen 2 mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että reaktorikenno (41) on lisäksi kiinnitetty reaktorikoteloon (47) kotelon pinnassa olevan yhden tai useamman hitsausliitoksen (46) avulla.
3. Patenttivaatimuksen 1 ja 2 mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että kiinnitysurassa (43, 44, 45) on yksi tai useampi hitsausliitos (46).
4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että siinä on poimulevy (2, 3, 6), joka on kiinnitetty liitoksilla (5) toiseen levyn (2, 3, 4, 6) siten, että reaktorikennoon (1) muodostuu kanavia (9).
5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että levyjä (2, 3, 4, 6) on esihapetettu hehkuttamalla, kuten 1 – 10 h lämpötilassa 15 500 – 950 °C.
6. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että liitokset (5) on tehty hitsaamalla, kuten vastushitsauksella tai sähdehitsauksella, tai juottamalla.
- 20 7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että ainakin osassa reaktorikennoa (1) on 10 – 1000 liitosta (5) per cm<sup>3</sup>.
8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, poimulevy (2, 3, 6) on profiloitu levy, kuten aallotettu levy (2, 3) tai V-muotoisesti profiloitu levy (6).
- 25 9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että siinä on päällekkäin poimulevyjä (2, 3, 6), joiden poimujen (31) suunnat ovat vinossa kulmassa toisiinsa nähdien.
10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, **tunnettu** siitä, että reaktorikennoon (1a) on liitetty toinen reaktorikenno (1b) siten, reaktorikennojen (1a, 1b) levyt (2a, 2b) ovat eri suunnassa keskenään.

11. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen reaktorikenno, tunnettu siitä, että reaktorikenno (51, 52) on asetettu koteloon (57), jossa on kartiomaisia osia.
12. Menetelmä reaktorikennon valmistamiseksi tunnettu siitä, että reaktorikenno (41) kiinnitetään koteloon (47) kotelon pinnassa olevan yhden tai useaman kiinnitysuran (43, 44, 45) avulla.
13. Patenttivaatimuksen 1 – 11 mukainen tai patenttivaatimuksen 12 mukaan valmistettu reaktorikenno, tunnettu siitä, että reaktorikennoa (1, 41, 51, 52) käytetään palamiskaasujen, kuten pakokaasujen tai savukaasujen puhdistukseen.

**(57) Tiivistelmä**

Tässä julkaisussa on kuvattu kaasujen käsitellyssä käytettävä reaktorikenno ja menetelmä sen valmistamiseksi. Metallinen reaktorikenno (41) kiinnitetään koteloon (47) kotelon pinnassa olevien yhden tai useamman kiinnitysuran (43, 44, 45) avulla. Kiinnitystä voidaan vahvistaa hitsausliitosten (46) avulla. Hitsausliitos (46) voidaan sijoittaa myös kiinnitysuraan (43, 44, 45).

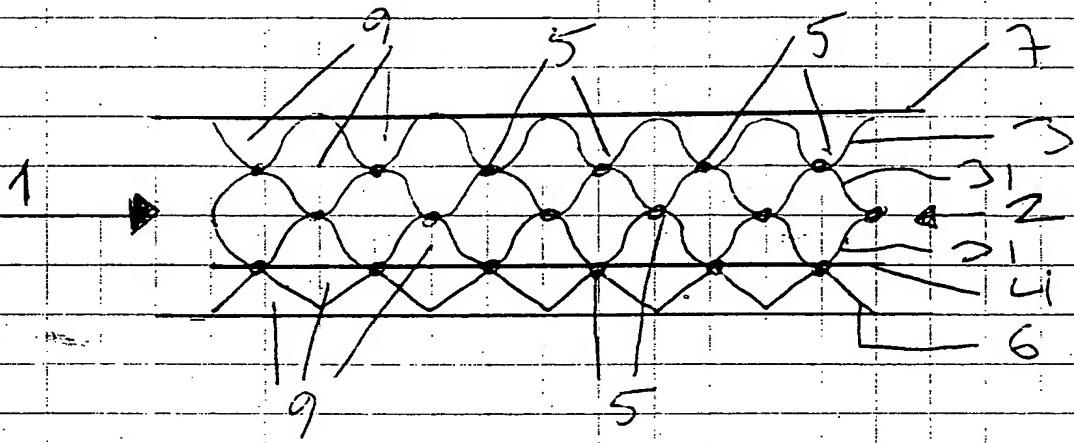


FIG. 1

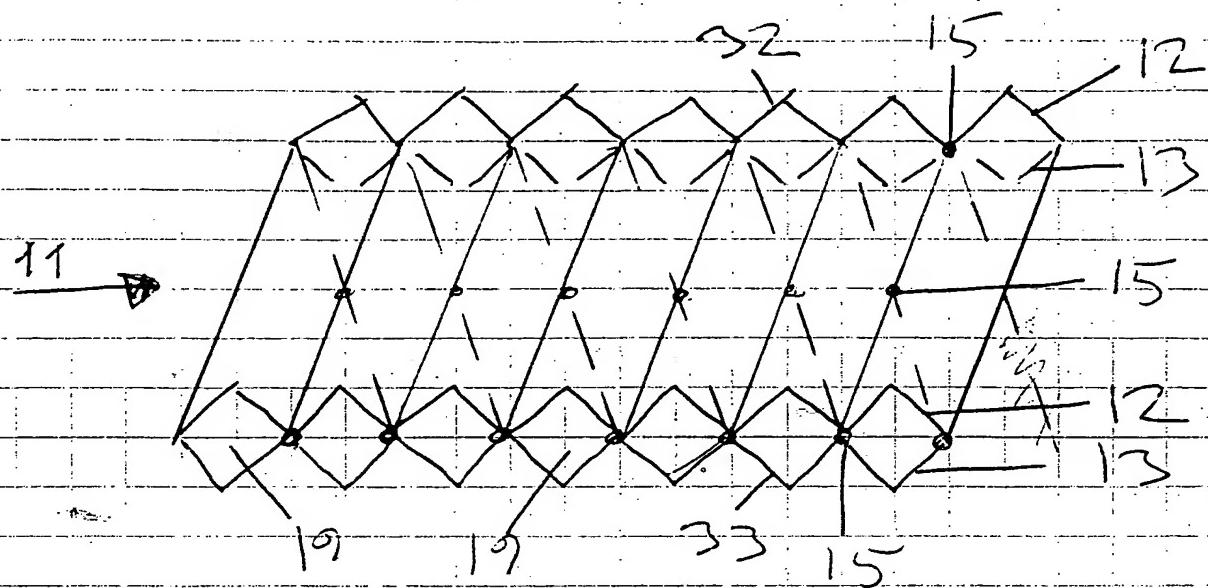


FIG. 2

64

3

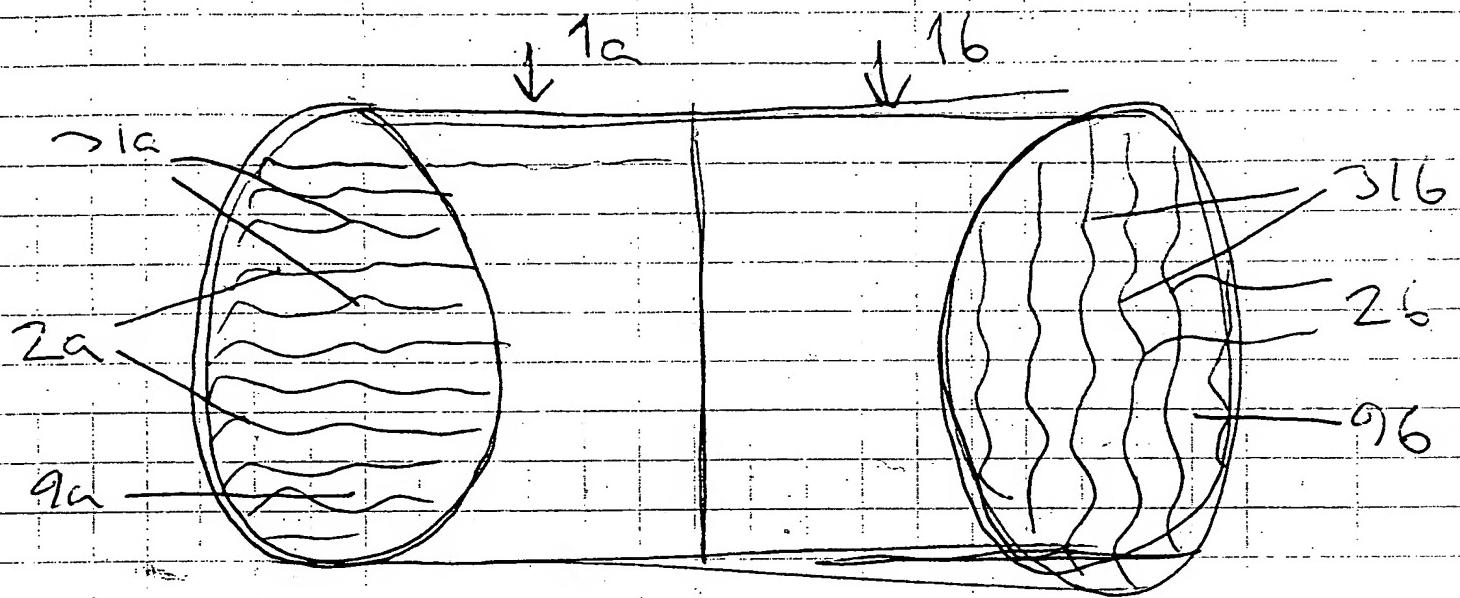
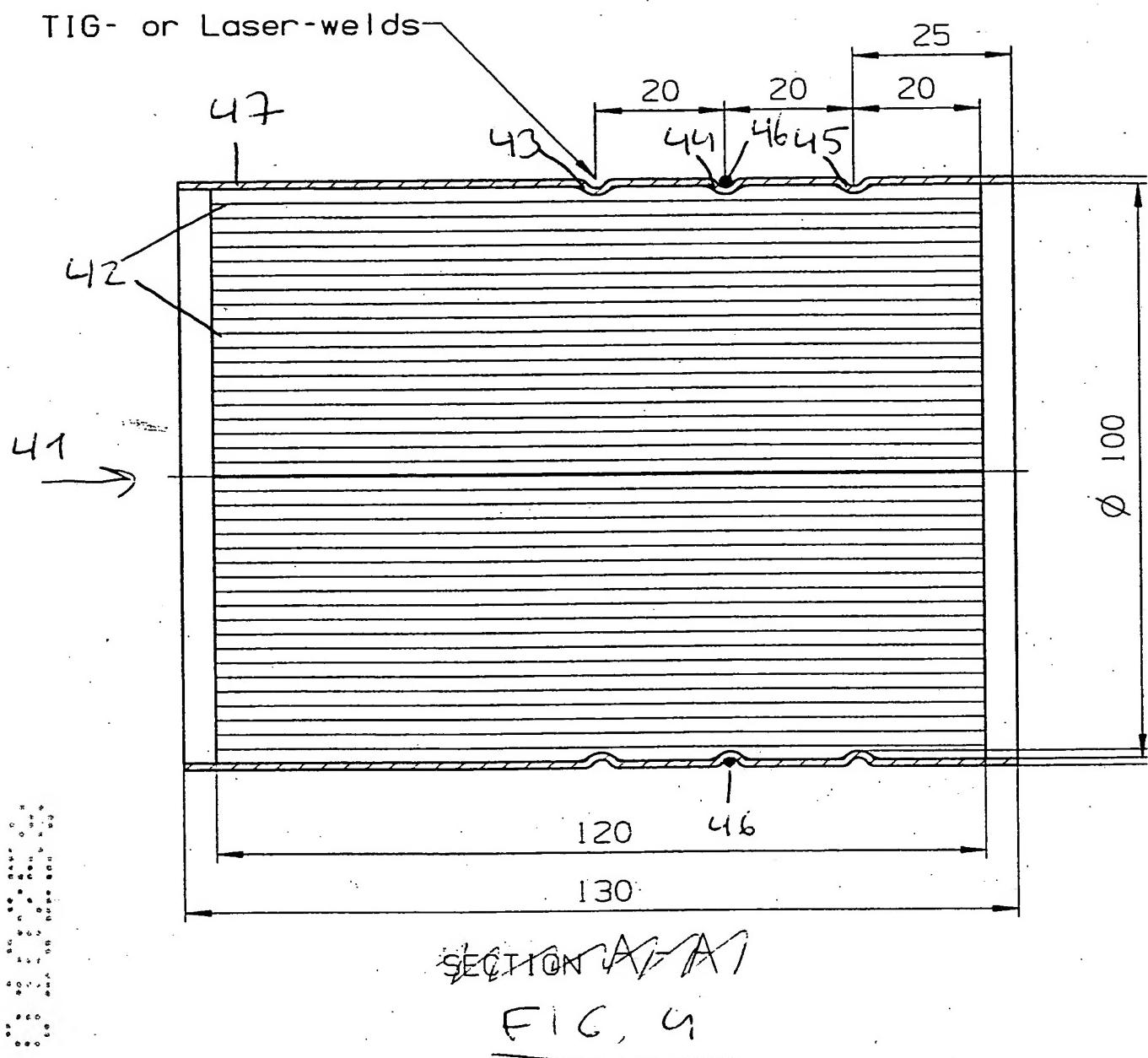


FIG. 3



WMA

L4

5

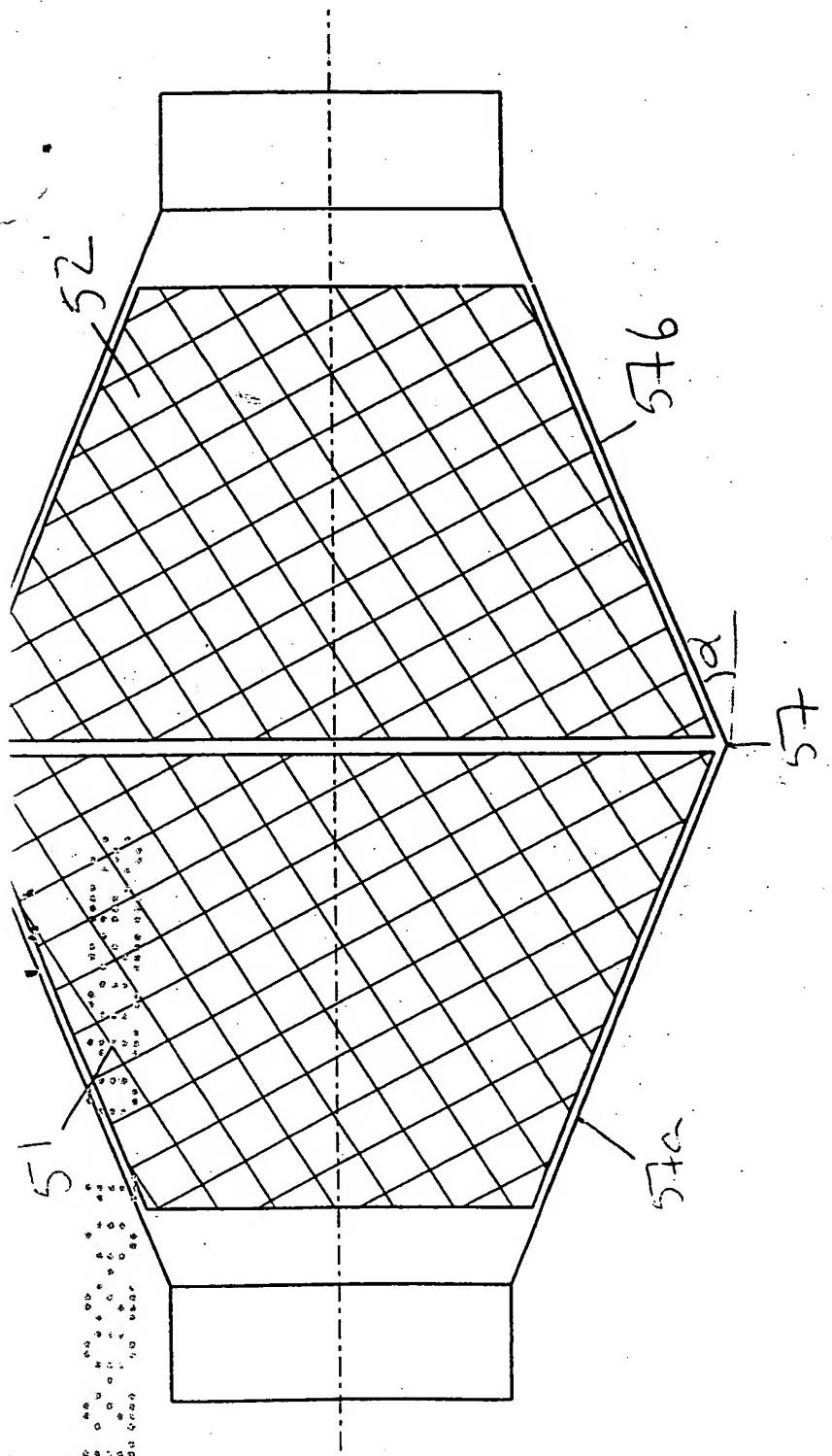


FIG. 5

